

壁仕上材の油汚れの評価方法に関する研究 その2

均一でない油汚れの場合

中 島 一・建 部 謙 治

Method of Evaluation for the State of Wall Finishing Materials stained with Oil (Part 2)

Hajimu NAKAJIMA and Kenji TATEBE

The subject of this paper is to clarify the relation of the physical values to the visual value of Wall Finishing Materials stained with Oil.

The colour difference is expressed as ΔE .

There are five different kinds of the physical value, such as the mean value of ΔE , the maximum value of ΔE , the minimum value of ΔE , the difference between the maximum and minimum value of ΔE , and the percentage of the area.

Through the examination of the relation, we found the following ; the maximum value of ΔE was one of the most effective physical value which can correspond to the visual one.

1. はじめに

建築空間を構成するにあたっては、種々の性能がその仕上材に要求される。その性能は物理的性能と感覚的性能に大別される。感覚的性能は建築空間を利用する人々が、その仕上材に対してどのように感じるかという感覚的評価であり、これは更に視覚的評価と触覚的評価に分けて考えることができる。

ところで汚れの建築仕上材における性能項目としては、美観、衛生、耐久性などが考えられるが、感覚的性能としては、汚れを主に視覚による主観的判断として表現される美観として捕えることができるものである。美観は衛生と共に建築空間を利用する人々の心理、生理に影響を与えるものとして認識されるものであり、その評価方法の確立は設計に当ってその人々の感覚的評価を予想することが可能となるものである。ところが重要なものとして考えられる汚れの評価方法に関する研究は非常に遅れていると言わざるをえない。その原因としては感覚のもつ要因と汚れ現象の多様化にあると言える。

こうした認識から本研究では油汚れの発生要因を限定することとし、その対象として油汚れを取り上げ、壁仕上材の油汚れの評価方法を確立することを目的としている。

油汚れに関する研究はほとんど皆無で、その評価方法も確立されていない。また油汚れは一般に発生源から大

粒の油が直接飛び散ったものが汚れとして感じられるものと、微少な油分が空气中に浮遊して付着したものが汚れとして感じられるものに大別される。前者は一般的に汚れが急速に進み、目立ちやすい上に手の届く範囲での汚れであるため掃除の対象になりやすい。形状は粒やたれ状のものが多く、その集積過程の中では特殊な形状を呈するものも見受けられる。一方、後者のものは前者と比べると比較的汚れの進行は遅く、前者の汚れの周辺部位に位置することが多いため目立ちにくく放置されやすい。形状としては均一な汚れの場合が一般的である。

こうしたことから前報¹⁾では、均一な油汚れ試料について物理量として色差及び反射率を測定し、官能検査によって“汚れ程度”と“汚れ評価”の感覚量を求め、図1

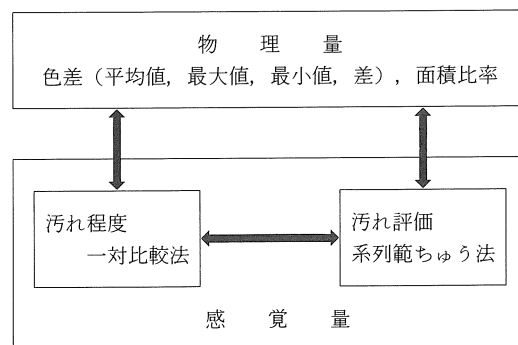


図1 物理量と感覚量

に示すように、これらの関連性について検討した。この結果平均色差、平均反射率とも物理量として妥当であることを証明した。

しかし油污れの発生要因やその発生機構を考えると、均一でない油污れについては平均色差や平均反射率といった単一の物理量で感覚量を代替するにはいささか無理があるように思われる。

そこで今回は均一でない油污れ試料について、まず実際の油污れ試料の採取を行い、これらの汚れ程度と汚れ評価の感覚量を求め、次に感覚量を代替する物理量の検討と選択を行い、それぞれの関連性を検討することにする。

2. 本研究における油污れの概念

汚れはその程度により“よごれ”、“いたみ”、“こわれ”の3段階に大別される²⁾が、本研究では材料表面の性状変化である“よごれ”と材料の内部をも含めた性状変化である“いたみ”までとし、これに関連した油分を付着物質とした美観上問題になるものを“油污れ”とする。そして“汚れ程度”を材料表面の性状変化を客観的に判断したものとし、“汚れ評価”を材料表面の性状変化を主観的に判断したものとする。

3. 油污れ試料の採取

汚れ程度を測定する対象としては実在壁面レベルを扱うことが好ましいが、官能検査が困難なことや、物理量の測定方法も確立されていないため、本研究では試験体レベルで検討を行う。試料片は前報¹⁾と同様、石膏ボードに白色の水性ペイント（ツヤあり）を重ね塗りした23 cm×28 cmの試料体サイズを使用した。また油污れは自然的なものと人為的なものとに大別して考えられるが、これら各種の汚れがすべて網羅できるようにと、試料の作製においては、①営業用の厨房にあらかじめ試料片を取り付けておき実在の汚れを採取する。②実在の汚れ発生を想定した台所擬似モデルに試料片を取り付けておき汚れを採取する。③人為的に汚れを作製する、ことにした。次にこれから得られた試料片100片の中から、形状別に均一、粒、たれ、特殊の4種類の汚れに分類し、実験試料としてこれらを更に表1、表2に示す分類構成として計36片を選び出した。

4. 官能検査法

油污れに対する感覚量を求めるに当たっては、前報と同様¹⁾、汚れ程度(Zj)には一対比較法¹¹⁾を、汚れ評価(Zc)には系列範ちゅう法¹²⁾を採用した。

被験者は20才前後の学生20名、照明は北側採光を用い

表1 試料の分類及び形状

分 類	試料数	形 状	
パターン・1	6	粒 状	薄いもの
パターン・2	6		濃いもの
パターン・3	6	均 一	
パターン・4	6	た れ 状	薄いもの
パターン・5	6		濃いもの
パターン・6	6	その他（特殊）	
粒	12	パターン・1とパターン・2	
た れ	12	パターン・4とパターン・5	
サンプル・1	12	パターン・1～6より各2片	
サンプル・2	12	パターン・1・2・4・5より各3片	
ALL	36	パターン・1～6すべて	

た。

5. 物理量の検討と選択

油污れに対する感覚量を代替する物理量を抽出することが油污れの評価方法を確立するための基礎的手段と考えられるが、それにはまず油污れが人間の感覚にどのように関連してくるかを考えるべきである。そこで人間の汚れに対する判断要因を上げてみると、

- ㊸試料片全体から判断する。
- ㊹付着物の分布状況から判断する。
- ㊺付着物の目立ちやすさから判断する。
- ㊻付着物の表面性状から判断する。

などが複合されて総合的に判断されると考えられる。そこで既往の研究で使われた物理量¹³⁾を参考にして、先の判断要因に関連する物理量を上げてみると、

- ㊼平均色差、平均反射率、光沢度。
- ㊽粗密度。
- ㊾最大色差、最小色差、汚れ部分の面積。
- ㊿硬軟度。

などが考えられる。

こうしたことから本研究では、定量化ができるもので現在測定方法が確立しているものの中から、

- ①平均色差 (ΔE mean)
- ①'平均反射率 (Y mean)
- ②最大色差 (ΔE max) : 汚れていない試料と、汚れた試料の汚れ程度が最大と思われる点との色差。
- ③最小色差 (ΔE min) : 汚れていない試料と、汚れた試料の汚れ程度が最小と思われる点との色差。
- ④色差の最大差 (ΔE sa = ΔE max - ΔE min) : 汚れた試料の汚れ程度の最大と思われる点と最小と思われる点との色差の差。
- ⑤面積比率(A(%)) : 汚れ部分の試料片全体に占める面積比率。

を取り上げ、これらと感覚量の関連性をみることによって、感覚量を代替できる最も有効な物理量を求めること

表2 試料の分類及び形状

分類	試料					
パターン・1	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
パターン・2	No.13	No.14	No.15	No.16	No.17	No.18
	No.19	No.20	No.21	No.22	No.23	No.24
パターン・3	No.25	No.26	No.27	No.28	No.29	No.30
	No.31	No.32	No.33	No.34	No.35	No.36

にする。

更に色差直読デジタル測色色差計(日本電色工業)ND-503DE型の口径も $\phi 30\text{mm}$ と $\phi 6\text{mm}$ に分けて検討することにする。(ここでは測定口径を示すため、 $\Delta E_{\text{mean}30}$, $\Delta E_{\text{max}6}$ のように表示する。)また汚れ部分の面積比率の測定にはCOLOUR・DATA・CONTROL・MODEL・VD500S⁽⁴⁾(日立電子)を用いた。

なお色差及び反射率の平均値の測定方法については、何点位を測定すればよいかを検討したところ、試料片のほぼ全域を測る必要があることから、 $\phi 30\text{mm}$ の口径で80点を測定している。

6. 結果及び考察

6-1 平均色差と平均反射率

表3に示すように平均色差($\Delta E_{\text{mean}30}$)と平均反射率($Y_{\text{mean}30}$)は極めて相関が高い。今回は試料片の中には色相をもつ汚れもあることから色差(ΔE)と面積比率(A)にしぼって検討することにする。

6-2 平均色差と面積比率

面積比率(A)は汚れの形状的な特徴をみるのに有効な物理量であると考えられる。平均色差($\Delta E_{\text{mean}30}$)との関連をみると、図2、図3に示すように、一般的に平均色差が高くなるほど汚れの面積比率は高くなり、極めて相関は高い。今回使用した試料片では平均色差が10

表3 各関連性

	$\Delta E_{\text{mean}30}$ $Y_{\text{mean}30}$	$\Delta E_{\text{mean}30}$ A	Zj $\Delta E_{\text{mean}30}$	Zj $\Delta E_{\text{max}6}$	Zj $\Delta E_{\text{max}6}$	Zj $\Delta E_{\text{min}6}$	Zj $\Delta E_{\text{sa}6}$	Zj A	Zj Zc	Zc $\Delta E_{\text{max}6}$
サンプル・1	-0.999**	0.855**	0.568	0.644*	0.896**	0.432	0.759**	0.441	0.918**	0.828**
サンプル・2	-0.964**	0.952**	0.558	0.638*	0.819**	0.195	0.814**	0.469	0.963**	0.848**
粒	-0.872**	0.517	0.520	0.595*	0.714**	0.073	0.716**	0.529	0.960**	0.838**
たれ	-0.992**	0.985**	0.656*	0.797*	0.889**	0.481	0.886**	0.595	0.979**	0.892**
パターン・1	-0.951**	0.783	0.856*	0.405	0.784	-0.203	0.809	0.474	0.976**	0.865*
パターン・2	-0.874**	0.858*	0.244	0.786	0.970**	0.374	0.971**	0.642	0.989**	0.952**
パターン・3	-0.997**	0.789	0.956**	0.938**	0.990*	0.953**	0.976**	0.860*	0.962**	0.974**
パターン・4	-0.997**	0.991**	0.828*	0.814*	0.946*	0.817*	0.951**	0.857*	0.993**	0.910*
パターン・5	-0.998**	0.991**	0.901*	0.876*	0.851*	0.302	0.852*	0.908*	0.940**	0.927**
パターン・6	-0.989**	0.931**	0.696	0.602	0.529	0.117	0.520	0.519	0.779	0.517
ALL	-0.998**	0.911**	—	—	—	—	—	—	—	0.818**

** 1%の危険率で有意

* 5%の危険率で有意

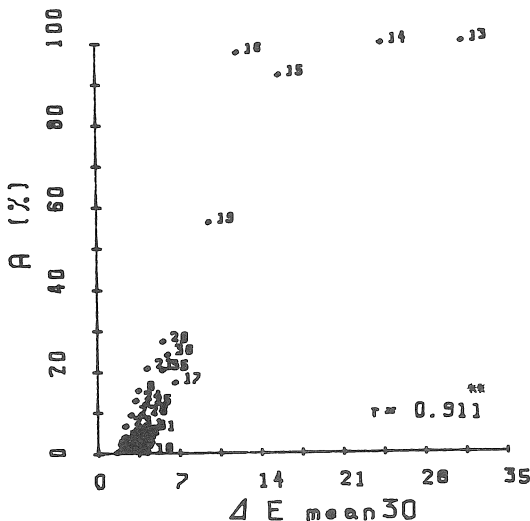


図2 A— $\Delta E_{\text{mean}30}$ (ALL)

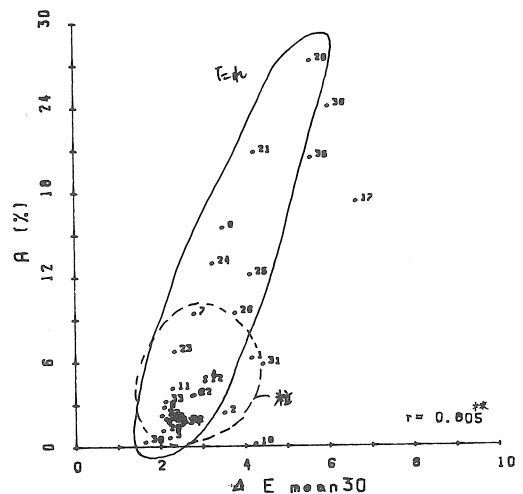


図3 A— $\Delta E_{\text{mean}30}$ (一部)

以上になると試料片の90%以上に付着物が付いていることになる。形状別にみると、表3に示すように、均一な汚れは面積比率が0.2~100%までの全域に渡るため平均色差との相関は低くなっている。たれ状のものは0.3~56.3%までで、“薄たれ”と“濃たれ”を比較すると、同じ平均色差であっても薄たれは濃たれよりも面積比率が高くなっていることが分る。一方粒状のものについては、“薄粒”では面積比率を測定するカラー・データ・コントロールの精度が落ちるので、図4に示すように相関は低いものになったと考えられる。“濃粒”のものと比較すると、同じ平均色差では濃粒の方が面積比率が高くなっているが、これは先の理由からこうした差が生じた

ものと考えられる。これら粒状のものは平均色差が2.1~4.2、面積比率が0.6~15.5%と他と比べると低い数値である。図5、図6は“サンプル1”と“サンプル2”の場合を示したものである。

6-3 汚れ程度と平均色差

均一な油污れ¹⁾や、仕入¹⁸⁾¹⁹⁾の研究で同形状、同色相どうしの汚れについては有効とされた平均色差 (ΔE mean30) と汚れ程度 (Z_j) との関連性は、表3に示すとおりで、均一でない油污れにおいては必ずしも平均色差が汚れ程度を代替する有効な物理量であるとは言いがたい。1%の危険率で有意とされるのはわずかに“均一”な汚れについてのみである。特に形状の異なる汚れにつ

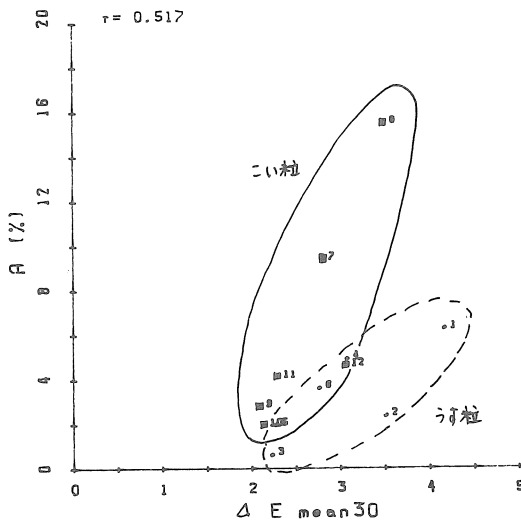


図4 A- ΔE mean30 (粒)

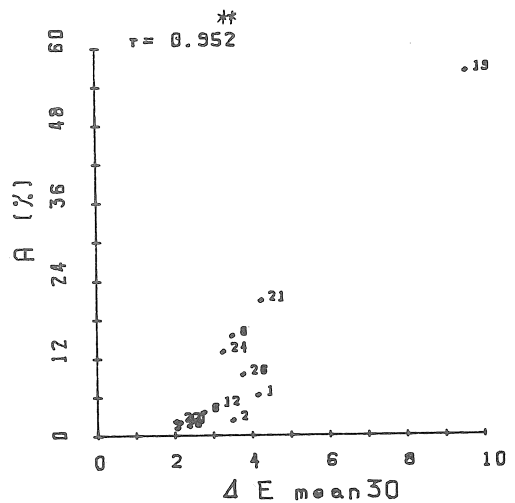


図6 A- ΔE mean30 (サンプル2)

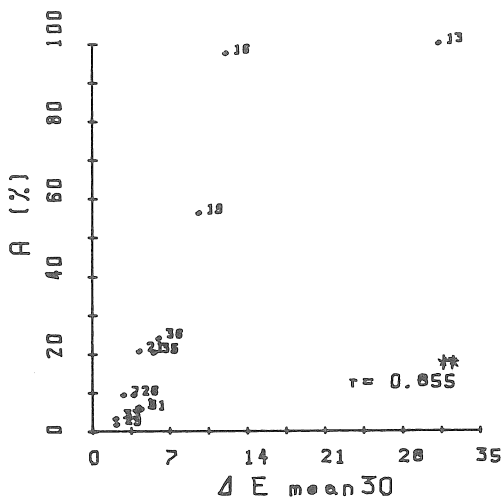


図5 A- ΔE mean30 (サンプル1)

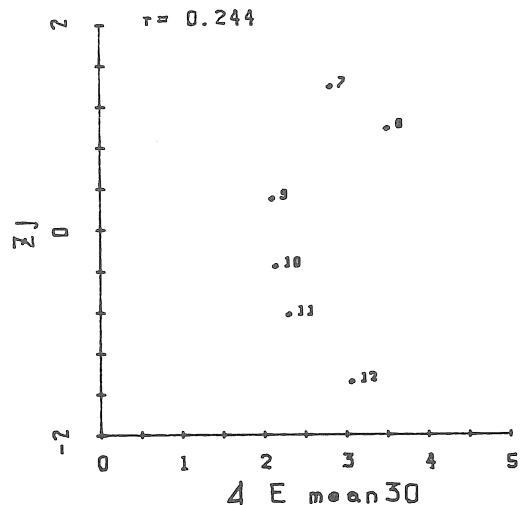


図7 Z_j - ΔE mean30 (パターン2)

いては“サンプル1”、“サンプル2”、“粒”では相関はみられず、図7に示すように“濃粒”の同形状の汚れについても関連性はみられない。

6-4 汚れ程度と最大色差

汚れ程度 (Z_j) と $\phi 30\text{mm}$ の口径での最大色差 ($\Delta E_{\text{max}30}$) の関連は、表3に示すように、平均色差と比較して、形状や濃淡にこだわらない分類構成では相関は高くなっているものの、同形状、同濃淡の場合では逆に相関は低くなっている。また測定方法として $\phi 30\text{mm}$ では一番汚れている部分だけの色差の測定には問題があると思われるので、口径を $\phi 6\text{mm}$ ($\Delta E_{\text{max}6}$) にして検討することにした。

この結果は表3及び図8に示すとおりで、一部を除いて極めて高い相関を得ることができた。ところで相関が低いとされる“薄粒”と“特殊”な汚れについても、図9、図10に示すように相関があるとする傾向を読み取ることができる。すなわち“薄粒”や“特殊”の中の特例を除いては、一般に汚れ程度の判断が一番汚れている部分と汚れていない部分との比較でされるのではないかと考えられる。

また形状別にみた特徴を上げると、図11、図12に示すように、たれ状の汚れでは濃淡に関係なく最大色差 ($\Delta E_{\text{max}6}$) で汚れ程度が判断されているが、粒状の汚れでは同じ最大色差でも“薄粒”は“濃粒”より汚れ程度が

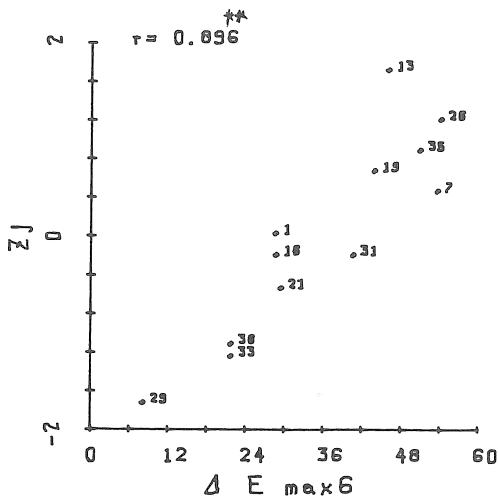


図8 $Z_j - \Delta E_{\text{max}6}$ (サンプル1)

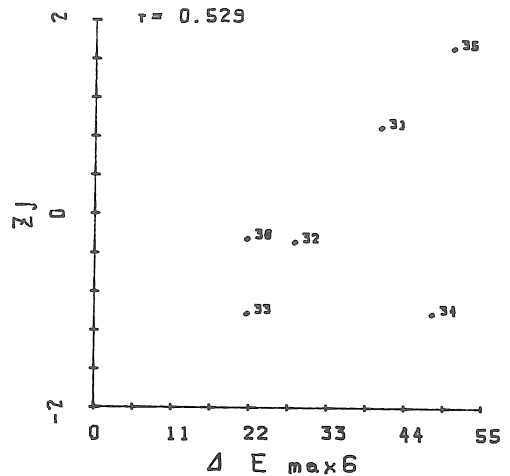


図10 $Z_j - \Delta E_{\text{max}6}$ (パターン6)

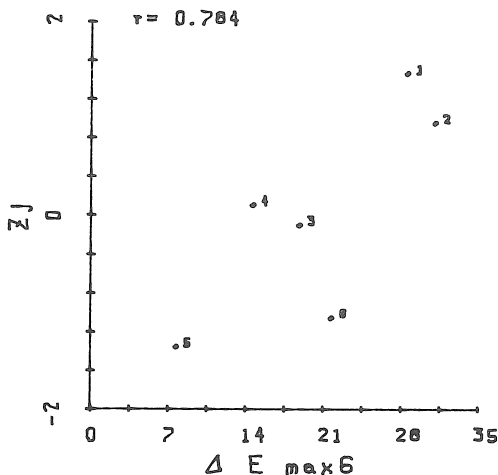


図9 $Z_j - \Delta E_{\text{max}6}$ (パターン1)

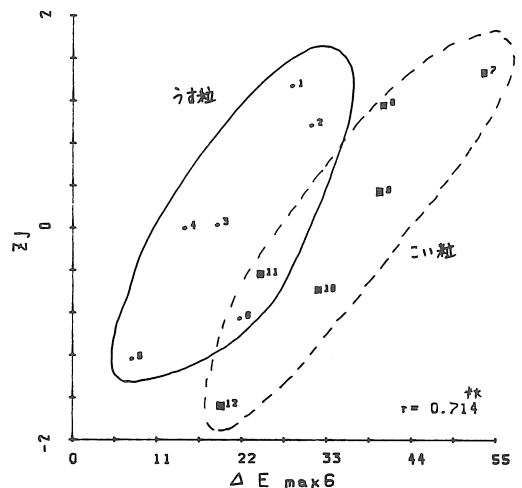


図11 $Z_j - \Delta E_{\text{max}6}$ (粒)

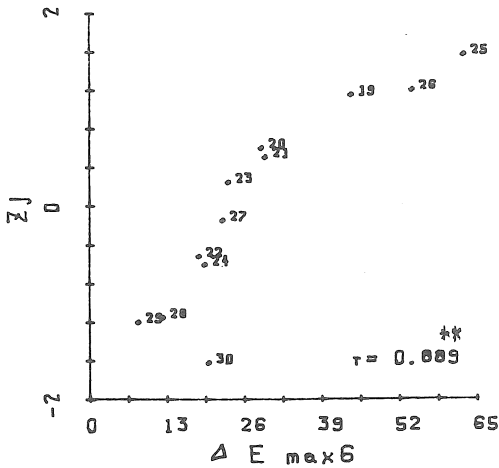


図12 Zj-ΔE max6 (たれ)

悪く判断されている。

6-5 汚れ程度と最小色差

最小色差(ΔE min 6)については、表3に示すとおり、ほとんど相関はみられず、“均一”な汚れのみ相関は高くなっている。

6-6 汚れ程度と色差の最大差

色差の最大差(ΔE sa 6)と汚れ程度(Zj)の関連については、ΔE max 6と同様、極めて相関が高い。“薄粒”、“濃粒”、“薄たれ”、“濃たれ”のように同形状、同濃淡に分類されたものでは、ΔE sa 6の方がΔE max 6よりわずかに相関が高いように思われるが、この段階では結論は差し控えたい。このようなことから、限定された狭小な面における油污れでは一番汚れている部分で汚れ程度の判断がされると考えられる。

6-7 汚れ程度と面積比率

面積比率(A)については、表3に示すようにほとんど相関はみられないが、ここでも“均一”の汚れはやはり相関が高くなっている。またたれ状の汚れでは“薄たれ”と“濃たれ”の濃淡に分けると相関が高くなることに注目したい。

6-8 汚れ程度と汚れ評価

さて、感覚量どうしの関連性については、表3に示すように、いずれも極めて相関が高くなっていて、材料表面の性状変化を客観的に判断した“汚れ程度(Zj)”と、主観的に判断した“汚れ評価(Zc)”が極めて強い対応関係にあることがうかがえる。このことから実際の汚れの評価が、他の汚れと比較して判断されるのではなく、単独で判断されることから、汚れを評価する官能検査とし

て系列範ちゅう法もまた有効であると考えられる。

しかし唯一、“特殊”な汚れについてはわずかに相関はみられない。これは、①特殊な汚れでは系列範ちゅう法による判断はあいまいになりやすい、②試料片の汚れが単独で判断される(系列範ちゅう法)のと、相互に比較して判断される(一対比較法)のとでは判断基準が異なる場合がある、などがその原因として考えられる。

6-9 汚れ評価と最大色差

以上のことから物理量としては最大色差(ΔE max 6)及び色差の最大差(ΔE sa 6)が、また感覚量としては系列範ちゅう法による汚れの評価が有効であることを述べた。そこで汚れ評価(Zc)と最大色差(ΔE max 6)の関連性をみると、表3及び図13、図14、図15に示すとおりで、“特殊”な汚れを除いていずれも極めて相関が高く、先の結果を裏付けるとともに、汚れ面の一番汚れている部分で汚れの評価が行われていると言える。

以上の結果から、これまで最も有効であると考えられていた“平均色差”は、試験体サイズにおける油污れでは取り立てて有効な物理量であるとはいいがたく、口径

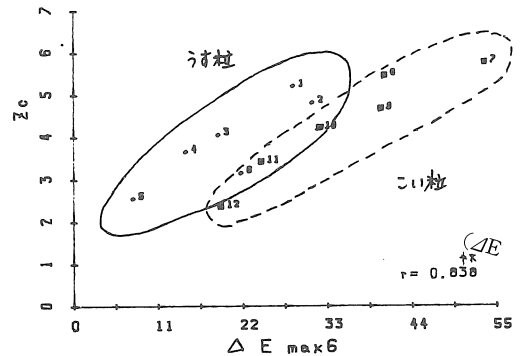


図13 Zj-ΔE max6 (粒)

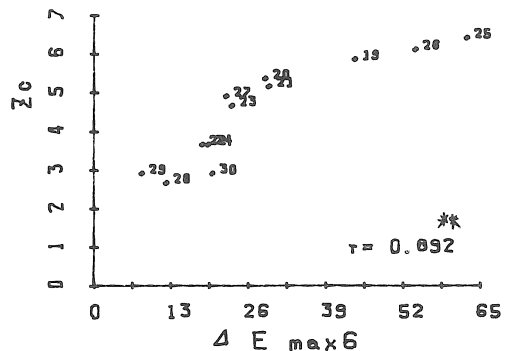


図14 Zj-ΔE max6 (たれ)

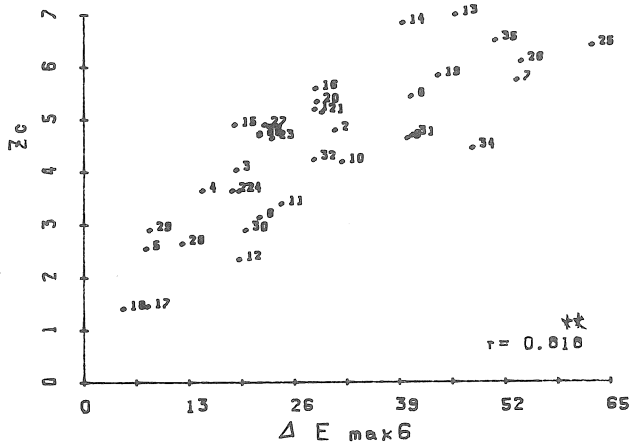


図15 Zj-ΔE max6 (ALL)

を $\phi 30\text{mm}$ ではなく $\phi 6\text{mm}$ にした“最大色差”もしくは“色差の最大差”が最も有効な物理量で、かつ測定方法の上からも極めて扱いやすいものであると言える。

汚 れ 評 価 尺 度

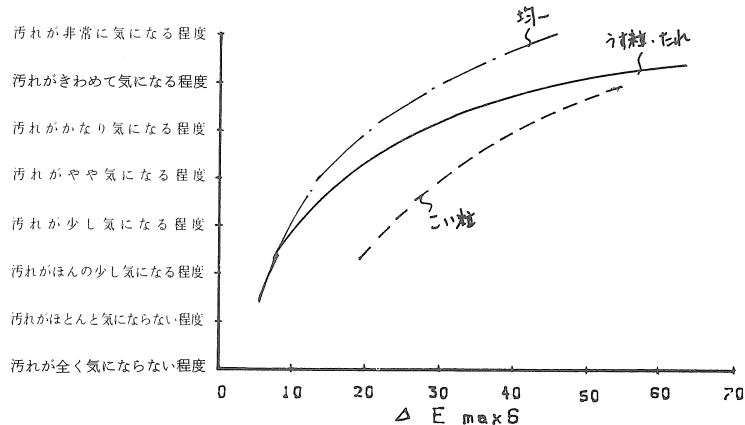


図16 汚れ評価尺度

その他、要点を述べると、

- 粒状の汚れでは最大色差が同じ場合“濃粒”より“薄粒”の方が評価が悪くなる。
- たれ状の汚れでは濃淡に関係なく一番汚れている部分で評価される。
- 均一な汚れでは、材料表面の性状変化を表わす、いずれの物理量でも感覚量と対応する特徴がある。また他の汚れと比べると、汚れ程度が低い場合は汚れ評価は比較的良好だが、汚れ程度がひどくなると汚れ評価は最も悪くなり、仕入¹⁹⁾とは異なる結果を得た。
- 一般に材料表面の性状変化を主観的に判断する官能検査としては系列範ちゅう法が有効であると考えられる。

以上のことをまとめると図16のとおりである。

- また、特殊な汚れについては今回いくつかの問題点を指摘したが、これらについては今後の課題としたい。

7. おわりに

今回は試験体サイズではあるが、単一の物理量で油汚れを評価する指針を得ることができた。これらについての妥当性の検討や、目視分類の必要性和その限界についての検討は次報にゆずりたい。

参考文献

- 1) 中島一，建部謙治：壁仕上材の油汚れの評価方法に関する研究，その1：日本建築学会東海支部研究報告，20，257-260，1982
- 2) 日本建築学会編集「建物のよごれ」，日本建築学会設計計画パンフレット19，1966
- 3) 松下清夫，宇野英隆，内田祥哉，木村昌夫：建物のよごれに関する研究—よごれの原因とその範囲序論—日本建築学会論文報告集69，261-264，1961
- 4) 宇野英隆：窓ガラスのよごれ，日本建築学会大会学術講演要旨集，257，1962
- 5) 小松幸夫，宇野英隆，遠藤佳宏，内田祥哉：内装材料の劣化に関する調査報告，一建築物の耐久性に関する研究2—，日本建築学会大会学術講演梗概集，579-580，1975

- 6) 梶崎正也, 中根芳一: 浮遊塵埃による建物の汚れ, 日本建築学会論文報告集89, 340, 1963
- 7) 乾正雄: 高速道路トンネル内装材の汚染試験: 日本建築学会論文報告集 号外, 402, 1966
- 8) 奥田正二, 本多征四郎: 外装材の汚れに関する研究—GLOSS METER による汚染の測定—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 183-184, 1969
- 9) 近藤重之助: 材料設計に関する研究—その12, ほこりによる汚染および除染試験方法—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 229-230, 1970
- 10) 今泉勝吉: 材料設計に関する研究—その13, 耐久性に関連する性能—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 231-232, 1970
- 11) 石川広三: 外壁面の汚れ性状に関する調査—降雨による壁面の濡れ条件の評価のための基礎的研究—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 33-34, 1974
- 12) 吉岡丹, 小野英哲, 川村清志: 建築物床仕上材料の“よごれ”に関する基礎的考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 197-198, 1976
- 13) 吉岡丹, 小野英哲, 川村清志, 馬場浩: 建築物床仕上材料の汚れに関する研究, 一汚れ試験機的设计・製作・試作—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 269-270, 1978
- 14) 吉岡丹, 小野英哲, 川村清志, 馬場浩: 建築物床仕上材料の汚れに関する研究, 一汚れの検査方法に関する考察—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 315-316, 1979
- 15) 小野英哲, 馬場浩, 川村清志, 吉岡丹: 建築物床仕上材料の汚れおよびその評価方法に関する研究(1)—汚れに対する感覚量の定量化および汚れ試験機的设计・試作—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 335-336, 1980
- 16) 小野英哲, 馬場浩, 川村清志, 吉岡丹: 建築物床仕上材料の汚れおよびその評価方法に関する研究(2)—汚れ試験機の妥当性の検討および評価方法の提示—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 337-338, 1980
- 17) 小野英哲, 吉岡丹: 合成高分子系床仕上材料のよご

- れの評価方法に関する研究(その1), 日本建築学会論文報告集, 324, 1-8, 1983
- 18) 仕入豊和, 風間真也, 橋高義典: コンクリート系壁面の汚れ程度の表示方法について(その1), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 353-354, 1980
- 19) 仕入豊和, 橋高義典, 風間真也: コンクリート系壁面の汚れ程度の表示方法について(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 335-336, 1980
- 20) 岡島達雄, 棚橋勇, 安田保, 武田雄二: 建築仕上げ材料の感覚的評価に関する研究(その1~その5), 日本建築学会論文報告集, 245, 246, 261, 309, 327, 1976-1983

注1) 本論においては刺激 S_j , S_i に対する反応 R_{ji} はそれぞれの判断に対し,

“より汚れている”の判断を $(+)R_{(+),ji}$

“より汚れていない”の判断を $(-)R_{(-),ji}$

“わからない”の判断を $(0)R_{(0),ji}$

とする。また $R_{(0),ji}$ は等分して $R_{(+),ji}$ と $R_{(-),ji}$ に分配した。

注2) 汚れていない基準材料と比べて汚れがどの程度気になるか, 8段階評価でたずねている。詳しくは参考文献1)を参照。

注3) 建築物に使用される材料の汚れに関する研究の中で使用された物理量としては透過率, 反射率, 色度, 分光反射率, 光沢度, 拡散反射率, 色差などが上げられる。また評価方法に関するものとしては色差や反射率が平均的に扱われているのが一般的である。

注4) この装置は色盲パターン判別能力の検査及び調査を行うため, 各種の色の組合わせをカラーモニター上に表示することができるもので, 面積比計を利用すると各色又は合成された領域の面積を求めることができる。表示方法はデジタル方式で0~100%, 精度はフルスケールに対し1%以内である。

(受理 昭和59年1月17日)